

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-253670

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl.

G01R 23/16

H04J 14/00

H04J 14/02

H04J 1/00

(21)Application number : 09-330039

(71)Applicant : TRW INC

(22)Date of filing : 01.12.1997

(72)Inventor : WICKHAM MICHAEL G  
BROCK JOHN C  
WISSEMAN PHILIP H  
LEMBO LAWRENCE J

(30)Priority

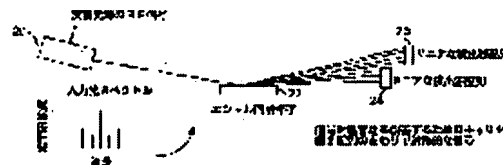
Priority number : 96 759901    Priority date : 04.12.1996    Priority country : US

## (54) WHOLE OPTICAL TYPE RE-SIGNAL CHANELIZER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable an RF signal to be optically channelized by spatially separating an RF signal modulated optical signal through an optical dispersion element and receiving the signal by a series of detectors disposed at an interval.

**SOLUTION:** A modulator 20 produces an optical spectrum to irradiate dispersion elements such as echelle diffraction grating for producing the spatial separation of optical frequency and mapping i.e., the RF side wave band on an optical carrier by angular dispersion. A series of detectors 24, 25 are disposed at a fixed distance from the echelle diffraction grating 22 to receive an optical signal having the amplitude proportional to the RF output from the dispersed optical signals. The arrangement of the detectors is used for improving the ratio of the signal to noise. The optical signal is stepped down to the common RF frequency by a heterodyne system so that a separated portion of an optical carrier subjected to RF modulation, i.e., a channel can use a detector optimized for a single frequency. Thus, the modulated RF signal can be optically channeled on the optical carrier.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-253670

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>  
 G 0 1 R 23/16  
 H 0 4 J 14/00  
 14/02  
 1/00

識別記号

F I

G 0 1 R 23/16  
 H 0 4 J 1/00  
 H 0 4 B 9/00

Z

E

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-330039

(22) 出願日 平成9年(1997)12月1日

(31) 優先権主張番号 08/759901

(32) 優先日 1996年12月4日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590002529

ティアールダブリュー インコーポレイテッド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

90278 レドンド ビーチ スペース パーク 1

(72) 発明者 マイケル ジー ウィッカム

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

90275 ランチョー パロス ヴァーデイス マッカーサー ストリート 1836

(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

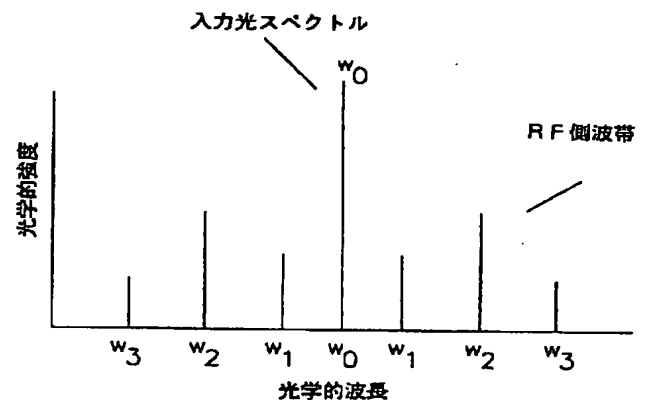
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 全光学式RF信号チャネライザ

(57) 【要約】

【課題】 光キャリア上に変調されたRF信号を光キャリア上に光学的にチャンネル化するための光学式チャネライザを提供することにある。

【解決手段】 回折格子のような光学的分散要素22により、RF信号を光学的に分離しかつマッピングすることにより、光キャリア上に変調されたRF信号を光学的にチャンネル化するチャネライザ。他の実施形態では、2段の光学的フィルタ要素を直列に設けて連続チャンネル化を遂行する。ブラッグ反射格子31、33を使用して所定帯域への粗い濾過を行い、一方、ブラッグ反射格子31、33の特定副帯域に同調されたファブリーペローフィルタを使用してチャンネル化を行なう。更に別の実施形態では、タルボットスプリッタのようなシリカ平面導波管および光学的分割デバイスを使用する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号上に変調された信号および R F 信号を光信号にチャンネル化する光学式信号チャネライザにおいて、

R F 信号で変調された前記光信号を空間的分離させるための光学的分散要素と、

前記空間的に分離された光信号を受けるための、前記分散要素から間隔を隔てて配置された検出器配列とを有することを特徴とする光学式信号チャネライザ。

【請求項 2】 前記分散要素が回折格子であることを特徴とする請求項 1 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 3】 前記回折格子がエシェルであることを特徴とする請求項 2 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 4】 前記空間的に分離された R F 変調光信号を、共通周波数に通降変換する手段を更に有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 5】 前記通降変換手段はモードロック形レーザを有し、該モードロック形レーザは、局部発振器を形成する所定間隔で周波数が分離された 1 組の位相コヒーレント光源を形成することを特徴とする請求項 4 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 6】 前記変調された光信号および前記モードロック形レーザを、異なる角度で前記分散要素に指向させる手段を更に有することを特徴とする請求項 5 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 7】 変調された光信号を受けかつ変調された R F スペクトルを前記光信号にチャンネル化する光学式信号チャネライザにおいて、

前記変調された光信号を複数の粗い副帯域に分割するための、1 つ以上の第 1 フィルタおよびチャンネルピックオフデバイスと、

前記 1 つ以上の第 1 フィルタおよびチャンネルピックオフデバイスに連結された、前記各副帯域を細かい帯域に分割するための 1 つ以上の第 2 フィルタと、

1 つ以上の局部発振器とを有することを特徴とする光学式信号チャネライザ。

【請求項 8】 前記チャンネルピックオフデバイスが偏光ビームスプリッタおよびファラデー回転子を有することを特徴とする請求項 7 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 9】 前記局部発振器の周波数が、前記変調された光信号から分離されることを特徴とする請求項 8 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 1 0】 光信号上に変調された R F 信号をチャンネル化するための光信号チャネライザにおいて、複数のチャンネルが形成された光学デバイスを有し、所定の異なる長さに形成された前記チャンネルの一部が、前記光信号を空間的に分離するための複数のチャンネルを形成し、前記光学デバイスには 1 つの光入力および複数の光出口が形成されており、

2

複数の光出口から間隔を隔てて配置された、前記空間的に分離された光信号を受けるための検出器配列を更に有することを特徴とする光学式信号チャネライザ。

【請求項 1 1】 前記光学的分散デバイスがシリカ平面導波管であることを特徴とする請求項 1 0 に記載の光学式信号チャネライザ。

【請求項 1 2】 光信号上に変調された R F 信号をチャンネル化するための光信号チャネライザにおいて、複数のチャンネルが形成された光学的分割デバイスを有し、前記チャンネルは、前記光信号を空間的に分離するための、異なる長さの導波管に光学的に連結され、前記光学的分割デバイスには 1 つの光入力および複数の光出力が形成されており、

前記光学的分割デバイスから間隔を隔てて配置された検出器配列を更に有することを特徴とする光学式信号チャネライザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は R F 信号チャネライザに関し、より詳しくは、例えば、R F スペクトルを光学的に分離することにより光キャリア上に変調された R F 信号を光学的にチャンネル化するための、R F スペクトル分析に使用する光学式 R F チャネライザに関する。

## 【0 0 0 2】

【従来の技術】 通信システム、特に軍事用通信システムは、使用者の要求により、より高い周波数およびより広い帯域幅の方向に大きく移行している。例えば、利用できる通信帯域幅は、使用者の数および使用者当たりの帯域幅が拡大すると消失し、通信リンクを強制的に非常に高い周波数にする。また、現代のミサイル探索装置および画像式レーダシステムは、小形アパーチャシステムについてのアンテナ指向性およびより高い解像度を達成するのに、9 4 G H z という高い周波数を使用している。比較的高い帯域幅および高い周波数に適応させるため、R F 通信システムに R F 信号の光キャリア送信を用いることは知られている。このようなシステムの例が、米国特許第 4, 468, 766 号、第 4, 695, 790 号、第 5, 005, 946 号、第 5, 347, 535 号、第 5, 377, 035 号および米国法定発明登録 H 1059 号に開示されている。

【0 0 0 3】 光学式チャネライザは、新しい高周波数通信信号 (newer high frequency communication signals) のスペクトル分析を行なうのに使用される。このような光学式チャネライザは、複素信号のリアルタイム識別を行なう同等の R F チャネライザより比較的に広い帯域幅を処理することが知られている。このような光学式チャネライザの例が、米国特許第 4, 460, 250 号および第 4, 695, 795 号および米国法定発明登録 H 1059 号に開示されている。このようなチャネライザは、比較的に広い帯域幅信号を幾つかの副帯域すなわちチャンネルにチャンネル化すなわち分割するのに使用される。このような光学

式チャネライザは、既知のRFチャネライザよりも比較的広い帯域幅を処理することが知られている。しかしながら、多くの光学式チャネライザは音響-光学技術を使用しており、従って数GHzのRF帯域幅に限定される。音響-光学技術を使用する光通信システムの例が、米国特許第4,448,494号、第4,644,267号、第5,005,946号、第5,105,380号、第5,327,142号および第5,363,221号に開示されている。

【0004】他の既知の通信システムでは、チャンネル化はRF帯域内で行なわれる。このようなシステムでは、チャンネル化を達成すべく、RF信号が光キャリアから復調されかつ大きく増幅される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、従来技術の種々の問題を解決することにある。本発明の他の目的は、光キャリア上に変調されたRF信号を光キャリア上に光学的にチャンネル化するための光学式チャネライザを提供することにある。本発明の更に別の目的は、光キャリアからのRF信号を復調させる必要がない光学式チャネライザを提供することにある。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】簡単にいえば、本発明は、RF信号用チャネライザ、より詳しくは、慣用的な回折格子またはシリカ平面導波管タップ形遅延ライン等の光学的分散要素を用いてRFスペクトルを光学的に分離すなわちマッピングすることにより光キャリア上に変調されたRF信号を光学的にチャンネル化するためのRFチャネライザに関する。本発明の他の実施形態では、2段の光学的フィルタ要素が直列に設けられ、連続チャンネル化を遂行する。3~4GHz帯域への粗い濾過を行なうのにブラッグ反射格子を使用し、一方、チャンネル化には、ブラッグ反射格子の特定副帯域に同調されるファブリーペローフィルタを使用する。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】本発明は、比較的広帯域の高周波数RF通信信号をチャンネル化する光学式チャネライザに関する。高周波数通信信号の信号処理を可能にするため、音響-光学カプラデバイスを使用することなく、チャンネル化が光学的に行なわれる。本発明のシステムは、例えば100GHzまでの周波数をもつRF信号の信号処理、より詳しくはチャンネル化することができる。RF信号が光キャリア上に変調されると、この結果生じる光スペクトルが、入力RF信号を複製する。換言すれば、RF信号は光学的振動数に通昇変換(upconvert)され、この場合、RF信号は、RF周波数および振幅に一致する光学的周波数オフセットおよび振幅で、光キャリア上に側波帯で表される。例えば、図1に示すように、縦軸に光学的振幅が示され、横軸に光学的波長が示される。光キャリア周波数は、 $T_0$ の波長で示される。例示RF周波数 $T_1$ 、 $T_2$ および $T_3$ は、光キャリア周

波数 $T_0$ に対する側波帯で表される。

【0008】本発明の重要な特徴は、入力RF信号を表す側波帯が光学的に分離され、復調および比較的高いRF利得の増幅器を必要とする変調された光信号を通降変換(downconverting)する必要なく、RFスペクトルの光学的チャンネル化を行なうことである。本発明の他の重要な特徴は、チャネライザの全帯域幅を制限する音響-光学技術の使用に頼らないことである。本発明によれば、光学的ヘテロダイン方式を使用して、変調された光信号を共通RF周波数に通降変換し、これにより、RF変調された光キャリアのチャンネルを、単一周波数に最適化された検出器に使用できる。ヘテロダイン方式は、位相および振幅の両者を、元のRF信号から回復させることができる。いずれか1つのチャンネルのダイナミックレンジを最大にするためには、光学的変調過程中に導入される歪みを最小にするのが好ましい。これは、全RF/光学的リンクについて、有効リニア電気-光学(電圧-送信)特性を必要とする。ヘテロダイン方式の光検出を用いることにより、任意の1つのチャンネル化でのRF電圧波形は、局部発振フィールド(local oscillator field (ELO))と信号フィールド( $E_s$ )との積に比例する。この波形は入力電圧波形に比例するので、光学的変調器は、入力電圧に対してリニアな電界振幅を送信する。電界は光学的振幅の平方根に比例するので、理想的なものは、入力電圧の2乗に比例する振幅を送信する特性である。従って、変調伝達特性が2次曲線である場合には、光検出器に発生した電流波形が理想的信号の真の表示に戻る。このような理想的な2次曲線変調器は現在入手できないけれども、マッハツェンダ干渉変調器が使用され、かつ低バイアス点で作動される。このような変調条件では、既知の第2オーダの混変調積(second order inter-modulation products)が最小になり、一方、ダイナミックレンジは最大になる。

【0009】RFスペクトル信号のチャンネル化を行なうための本発明の多くの実施形態を開示する。図2および図3に示す第1実施形態は、空間分散格子等の分散要素を使用しており、これに対し、図4に示す第2実施形態は、光ファイバファブリーペローフィルタおよび光ファイバブラッグ格子の連続構成からなる。図5および図6は、一体構造にできる実施形態を示す。より詳しくは、図5および図6は、シリカ平面導波管を用いた実施形態に関し、一方、図6はトルボットスプリッタを使用する実施形態を示す。図2および図3に示す実施形態によれば、単一平行操作でRFスペクトルをチャンネル化する空間分散要素として回折格子が使用されている。より詳しくは、RF入力信号が、ダイオードレーザ、電気吸収形変調器(electroabsorptive modulator)または好ましくは上記のようにマッハツェンダ干渉計等のRF光学変調装置に入力される。変調器20は、図1に示すような光スペクトルを発生する。変調器20からの

光信号は、高い光回折効率が得られるエシェルブレース形回折格子等の慣用的な高分散回折格子のような分散要素 22 に衝突する。角分散により、光学的振動数の空間的分離すなわちマッピングすなわち光キャリア上での RF 側波帯の分離が生じる。分散した光信号を受けるため、1 つ以上の検出器配列（例えばリニアな検出器配列）24、25 が分散要素 22 から一定距離を隔てて配置されている。リニアな検出器配列 24、25 の各検出要素は、RF 出力に比例する振幅をもつ光信号を受ける。図示のように、検出器配置 25 は、信号対雑音比を改善するのに使用できる。

【0010】上記のように、RF 変調された光キャリアの分離された部分すなわちチャンネルが、単一周波数に最適化された検出器を使用できるように、ヘテロダイン方式を使用して光信号を共通 RF 周波数に通降変換する。ヘテロダイン方式に使用される局部発振は、元の RF 信号から位相および振幅の両者が回復できるようにするため、所望のチャンネル間隔に等しい共通間隔により周波数に分離された 1 組の位相コヒーレント単色光源を構成するモードロック形レーザにより発生できる。図 3 に示すように、光学的局部発振器として使用されるモードロック形レーザ（線 26 により示す）は分散要素 22 に向けられる。しかしながら、局部発振信号 26 は、信号レーザ（線 28 で示す）とは僅かに異なる角度で分散要素に発射され、IF 周波数を形成する。より詳しくは、モードロック形レーザ 26 は光学的発振器（該発振器の周波数は所望のチャンネル間隔により分離される）の櫛（comb）を与える。分散された RF 信号レーザのスペクトル成分およびモードロック形レーザにより発生される周波数の櫛は、検出器位置 25（この位置は、例えばリニアな検出器配列でもよい）で結合される。変調された信号レーザの各部分すなわちチャンネルおよび各検出器位置での周波数櫛の成分は、ヘテロダイン周波数として機能する周波数オフセットを有し、ヘテロダイン周波数は、分散要素に対してオフセットする発射角を変えることにより調節される。これにより、各光検出器は、各検出器チャンネルが同じ後検出電子部品（post detection electronics）を使用できるように、同じ光ビート周波数を発生する。IF ビート周波数は、信号および局部発振器レーザが分散要素 22 に衝突する入射角のオフセットを調節することにより同調される。ビート周波数は、非常に高い RF 信号周波数に等しいチャンネルに対しても比較的遅い光検出器を使用できるようにするため、チャンネル化された帯域幅に等しくなるように調節される。信号出力スペクトルは、各光検出器チャンネルで発生されるヘテロダイン積（heterodyne products）の RF 出力を測定することにより決定される。位相および振幅の両方の複素信号スペクトルは、ヘテロダイン積の共通モード成分（inphase component）および直角分（quadrature component）を測定することにより抽出さ

れる。

【0011】図 2 および図 3 に示す実施形態に使用するのに、市販されている種々の格子が適している。例えば、1 ミリメートル（mm）当たり 316 本の線が刻まれた、第 4 順位で使用される 16×8 インチの格子は、80% の光回折効率で、（1.5 μm 光キャリア波長に対し）444 MHz の単一反射スペクトル分解能を達成する。或いは、多数回折格子パス（multiple diffraction passes）の標準技術に基づくよりコンパクトなシステムにすることができる。例えば、格子 3 回パス設計では、回折格子は同じ周波数分解能をもちかつ約 5×6 インチのサイズを有する。単一の局部発振器についてのビームパスは、直列の 3 つの各格子を有効に通じ、正味分散は 3 倍化される。これは、焦点距離を単一格子設計の 1/3 に短縮する。

【0012】市販の格子について、スペクトル分散  $d\theta/d\lambda$  は、下記式（1）により表される。

$$d\theta/d\lambda = n/(d \cos(\theta)) = 1.80 \text{ ラジアン/ミクロン}$$

ここで、 $d$  = 格子線間隔（ミクロン）である。従って、1 GHz（光波長および 0.008 ナノメートル以下）のチャンネル間隔は、14 マイクロラジアン（角度）のチャンネル分離を意味する。10 ミクロンの焦点面要素間隔に対しては 0.7 メートルの焦点距離のシステムが必要になる。しかしながら、システムをコンパクトにしたい場合には、光路を畳むことができる。全 100 GHz スペクトルは、2.2 ミリメートルの焦点面配列長さに変換する 0.991 マイクロラジアン（角度）サイズに跨っている。同じ幾何学的形状の焦点面であると仮定すると、例えば、図 7 に示す 3 回パスシステムを使用して、焦点距離を、0.7 メートルを 3 で割った値（すなわち、24 cm）に短縮できる。

【0013】図 4 に示す第 2 実施形態では、2 段の光学フィルタを直列に使用して、連続帯域幅チャンネル化を行なうものである。より詳しくは、ブラッグ反射格子 31、33 を使用して、光学的に運ばれる RF スペクトルの例えば 3 GHz の所定光帯域への粗い予濾過（prefiltering）を行なう。チャンネルピックアップは、偏光スプリッタ 30、32、34、36、38、40 およびファラデー回転子 44、46、48、50 等の一連のチャンネルピックアップデバイスを用いて達成される。帯域は濾過されて、ファブリーペロー反射フィルタ 52、54、56、58 および対応する 1/4 波長板 60、62、64、66 の連鎖を介してより高い分解能の副帯域になる。各ファブリーペロー反射フィルタ 52、54、56、58 は、3 GHz のブラッグ格子 31、33 帯域の特定副帯域を送信すべく同調される。残余の全ての副帯域は、残余のファブリーペロー連鎖を介して反射および送信され、ブラッグ格子帯域のチャンネル化を完了する。

7

【0014】局部発振器は、信号レーザのチャンネル化に使用されたものと同様なブラッグ格子連鎖を使用してチャンネル化される。3GHzの局部発振帯域は、ファブリーペロー連鎖入力で3GHzの信号レーザと結合されるが、ブラッグ格子帯域だけオフセットされ、IFビート周波数を発生する。ファブリーペローの重ならないスペクトル範囲はブラッグ格子帯域幅に等しく設定され、これにより、局部発振帯域および信号帯域は共通ファブリーペロー連鎖を通る。局部発振帯域は強い方の信号帯域であり、このため、ファブリーペロー通信ピークは、閉ループモードでの局部発振周波数にロックされる。ブラッグフィルタ連鎖およびファブリーペローフィルタ連鎖の両者は、スペクトルの帯域を分割しかつ残余のスペクトルをフィルタ連鎖に送り、いかなる光エネルギーをも廃棄することなく連続分割する。送信損失以外にいかなるエネルギーも廃棄されない。ブラッグフィルタ連鎖は、ブラッグフィルタと一緒に、偏光ビームスプリッタおよび1/4波長ファラデー回転子を使用し、RF変調された光スペクトルの副帯域を分散させる。ファブリーペロー連鎖は、1/4波長板および偏光ビームスプリッタを使用して、RF変調された光スペクトルの帯域を個々のチャンネルに分配する。

【0015】局部発振は、モードロック形レーザにより発生される。局部発振は、信号レーザと同様であるが信号レーザとは別のブラッグ格子連続体により粗い副帯域に濾過される。任意の1つの局部発振副帯域および信号レーザ副帯域はファブリーペローレーザに送られる。しかしながら、局部発振副帯域および信号副帯域は、ファブリーペローデバイスの重ならないスペクトル範囲により周波数が分離される。この重ならないスペクトル範囲は、中間周波数を定めかつ選択可能である。理想的には、チャネライザは、マイケルソンエシェロン (Michelson echelon) に組み込まれる技術を用いることにより小形ウェーハ上に形成できる。高オーダで作動する場合には、大きな角分散での1,000本の線または要素をもつ非常に高い分解能が得られる。高オーダで作動する場合に生じる重ならない小さなスペクトル範囲は、この適用にとって充分なものである。図5に概略的に示すように、マイケルソンエシェロンで、段差をなして重ねられた板により、高オーダで作動する場合に生じる線または要素間の大きな増分時間遅延が達成される。より詳しくは、図5は、シリカ平面導波管として形成された単一モードチャンネルすなわち導波管70を示す。単一モード光ファイバで運ばれる変調信号は、ポート1で発射されかつ増分的に長い光路長で個々の導波管に連続的に分割される。例えば1,000個の要素をもつ5ピコ秒の増分時間遅延をもつこのようなデバイスは、200MHzの分解能を有しかつ5センチメートルウェーハ上に適合する。

【0016】図5に示すように、シリカベースの光学的集積回路として形成されるシリカ平面導波管は当該技術

8

分野において広く知られておりかつ本願に援用する論文「0.01~250 nmのチャンネル間隔をもつシリカベース集積光マッハツェンダ・マルチ/デマルチプレクサ系 (Silica-Based Integrated Optic Mach-Zehnder Multi/Demultiplexer Family with Channel Spacing of 0.01~250 nm)」(N. Takato, T Kominato, A. Sugita, K. Jinguji, H. Toba およびM. Kawachi著、IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 8, No. 6、第1,120~1,127頁、1990年8月)に開示されている。このようなシリカ平面導波管は、火炎加水分解蒸着、慣用的な写真平版技術およびこの後に行なう反応イオンエッチングによりシリカ基板72上に形成される。火炎加水分解 (flame hydrolysis) は光ファイバ製造に基づくものであり、一方、写真平版法および反応イオンエッチング法は、本願に援用する論文「シリカベース単一モード導波管および導波管光学干渉計 (Silica-Based Single Mode Waveguides and Their Application to Guide-Wave Optical Interferometers)」(N. Takato, K. Jinguji, M. Yasu, H. Toba およびM. Kawachi著、Journal of Lightwave Technology, Vol. 6, 第1,003~第1,010頁、1988年) および「低損失高シリカ単一モードチャンネル導波管 (Low-Loss High Silica Single Mode Channel Waveguides)」(N. Takato, M. Yasu およびM. Kawachi著、Electron. Lett., Vol. 22, 第321~322頁、1986年)に広く開示された既存のシリコン技術と互換性がある。このようなシリカ平面導波管は、上記方法を用いて、比較的高精度で種々の形態に形成できる。例えば、図5に示すシリカ平面導波管70には、100~1,000個以上の導波管チャンネル74~84が形成されている。図示および説明の目的で、図5には6個のみの導波管チャンネル74~84が示されている。各導波管チャンネルは、前のチャンネルより増分的に長い(すなわち、長い経路長さを有している)。導波管チャンネル74~84の長さの差により、検出器配列86に増分的遅延が生じ、従って回折格子に匹敵する。しかしながら、回折格子とは異なり、シリカ平面導波管70の使用は、デバイスが有効に作動できる最高オーダに関して事実上いかなる制限もない。シリカ平面導波管70は、チャンネル数を増大させることなく、分解能(すなわち、チャンネル数にオーダを掛けた数)を向上させるのに使用できる。

【0017】信号を複数の成分に分割する別の方法は、図6に示すタルボットスプリッタのような光学的スプリッタデバイスである。タルボットスプリッタは、マルチモードセルフイメージングに基づいている。単一モード波長はマルチモードキャビティに入り、N(=Nで除したマルチモードキャビティのタルボット長さに等しい距離での発射された単一モードのイメージ)にイメージングされる。32個のカスケードイングスプリッタ×32個のスプリッタが続く1×32タルボットスプリッタは

1,024 個の要素を与えるであろう。光学的導波管はタルボットスプリッタの後に位置して、必要な増分的時間遅延を与える。モードロック形レーザ、信号レーザ、変調器、イメージングレンズおよび検出器配列を有するチャネライザと同じウェーハの下に組み込まれる導波管の光学的ポンピング領域により光学的利得が付加される。より詳しくは、タルボットスプリッタは、本願に援用する「GaAs/AlGaAs マルチモード導波管に対称モードミキシングを使用する新規な 1 対 N ウェイ集積光ビームスプリッタ (Novel 1-to-N Way Integrated Optical Beam Splitters Using Symmetric Mode Mixing in GaAs/AlGaAs Multimode Waveguides)」(J. M. Heaton, R. M. Jenkins, D. R. Wright, J. T. Parker, J. C. H. Birbeck および K. P. Hilton 著, Appl. Phys. Lett., Vol. 61, No. 15, 第 1,754 ~ 1,756 頁, 1992 年) および「多重伝播現象に基づく導波管ビームスプリッタおよび再結合器 (Waveguide Beam Splitters and Recombiners Based on Multiple Propagation Phenomenon)」(R. M. Jenkins, R. W. J. Devereux および J. M. Heaton 著, Optics Lett., Vol. 17, No. 14, 第 991 ~ 993 頁, 1992 年) に広く開示されたビームスプリッタで形成される。これらに開示されているように、ビームスプリッタは、一般に、1 から N (N = チャンネル数) のビームスプリッタを形成する複数の等長チャンネル、例えば、図 6 に示すように、4 つの例示チャンネル 88、90、92、94 を有する。各チャンネル 88、90、92、94 は複数の光学的導波管 96、98、100、102 に光学的に連結されており、各導波管は連続導波管より増分的に長くなるように形成されている。換言すれば、図 6 に示すように、導波管 100 は、連続導波管 102 より増分的に長くなるように形成されていると同時に、導波管 98 は連続導波管 102 より長くなるように形成されている。導波管 96 ~ 102 は遅延経路を形成する。

【0018】種々のパラメータが、光学式チャネライザとして使用されるタルボットスプリッタの特性に影響を与える。これらのパラメータとして、遅延経路（すなわち導波管 96 ~ 102）の数、遅延間の増分的時間遅延（すなわち、種々のチャンネル 88 ~ 94 の経路長さの増分的差異）および経路の端部間の分離がある。1 GHz のチャンネルサイズすなわち分解能をもつ 20 GHz チャネライザについては、経路長さの 0.5 cm の増分および経路の端部間の 0.002 cm の分離をもつ 40 個の遅延経路（すなわちチャンネル）が必要になる。図 6 に示すように、RF 変調された入力光信号がタルボットスプリッタ 85 に供給されかつ同等数の部分に分割される。40 チャンネルのデバイスについては、RF 変調された信号は 40 個の部分に分割される。信号の各部分はタルボットスプリッタ 85 の光学的導波管 96 ~ 102 に供給さ

れる。前述のように、導波管 96 ~ 102 は、チャネルの端部が 0.002 cm だけ分離され、連続導波管より増分的に長くなっている。このように出口を分離すると、1.875 ミリラジアン の角度分離で、各出力信号が分散される。短い焦点距離のレンズ（例えば、 $f = 1.067$  cm）が出口に隣接して配置されると、出力信号は、例えば 0.002 cm の要素間隔で、光検出器配列 96 上に合焦される。

【0019】実際のシステムでは、時間遅延は小さな光学的波長のに制御する必要がある。ヒータパッドを遅延ライン上に設けて温度を制御することにより、経路長さが調節される。より詳しくは、光路長さは、屈折率  $n$  と、ヒータパッドが影響を与える長さ  $L$  との積であることが知られている。回折格子 22 の代わりにシリカ平面導波管 70（図 5）またはタルボットスプリッタ 85

（図 6）を用いて、図 2 および図 3 に示すような光学式チャネライザを構成できる。上記教示から、本発明の種々の変更が可能なことは明らかである。例えば、シリカ平面導波管技術にとって経路長さが扱い難い設計の場合には、光ファイバを用いてコンパクトな形態にすることができ。従って、特許請求の範囲内において、本発明は、特別に上記したもの以外にも実施できることは理解されよう。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】光キャリヤおよび RF 側波帯を示す光学的波長と光学的振幅との関係を示す振動数図である。

【図 2】本発明による全光学式チャネライザを示す概略図である。

【図 3】本発明によるヘテロダイン光学分離を示す概略図である。

【図 4】図 2 の全光学式チャネライザの別の実施形態を示す概略図である。

【図 5】本発明に使用する増分時間遅延をもつ導波管の実施状態を示す概略図である。

【図 6】本発明に使用するトルボットスプリッタを示す概略図である。

【図 7】本発明による光学式チャネライザの斜視図であり、三重格子を示すものである。

#### 【符号の説明】

20 変調器

22 分散要素

24、25 検出器配列

30、32、34、36、38、40、42 偏光ビームスプリッタ

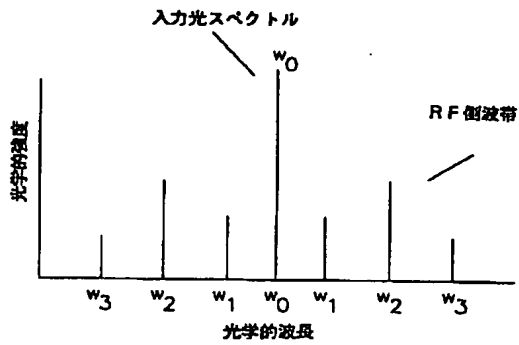
31、33 3 GHz ブラッグ格子

44、46、48、50 ファラデー回転子

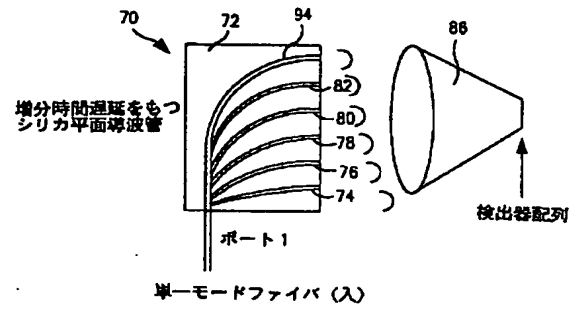
52、54、56、58 ファブリーペロー反射フィルタ

60、62、64、66  $1/4$  波長板

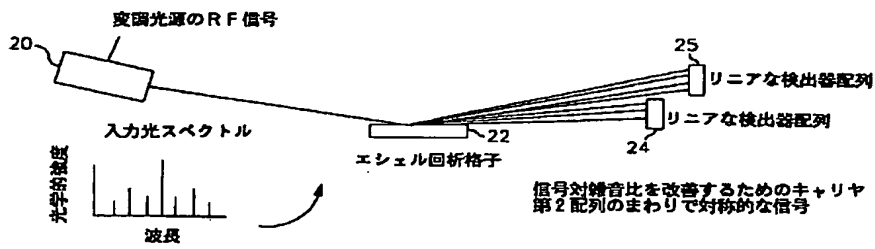
【図 1】



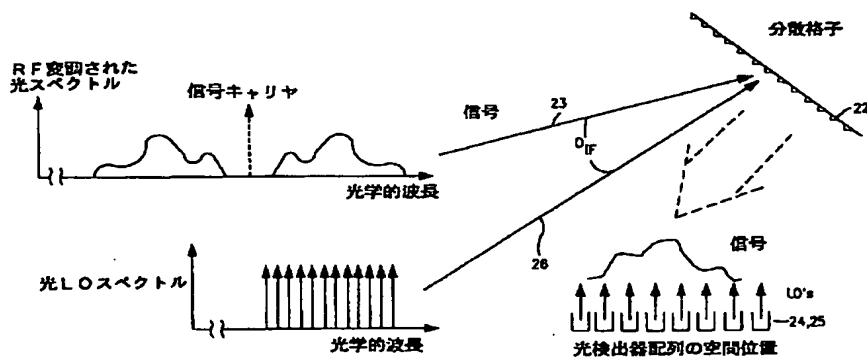
【図 5】



【図 2】

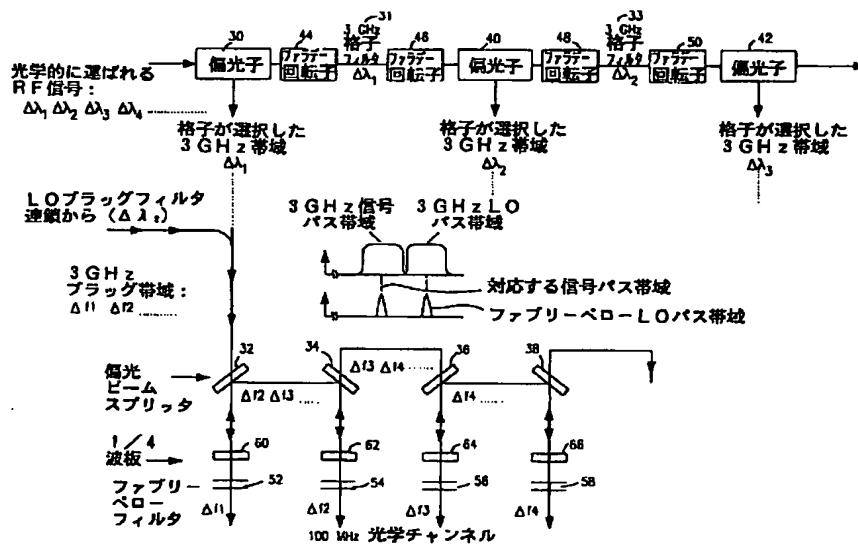


【図 3】

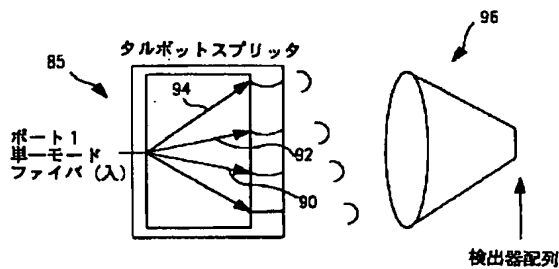




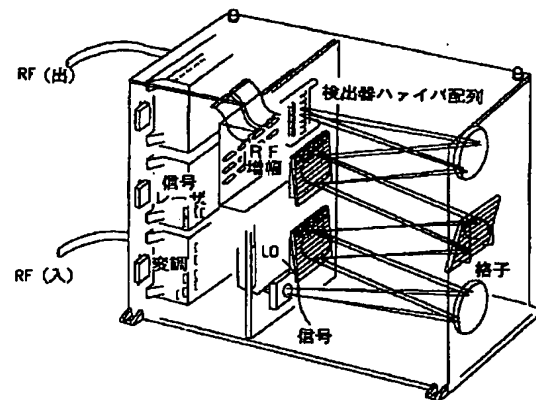
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン シー ブロック  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 90278 レドンド ビーチ フェーバー  
 ストリート 2814

(72)発明者 フィリップ エイチ ウィスマン  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 90254 ハーモサ ビーチ ヘロンド 391  
 -415

(72)発明者 ローレンス ジェイ レンボ  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 90503 トーレンス ウェスト ワンハン  
 ドレッドアンドナインティーンズ ストリ  
 ート5530